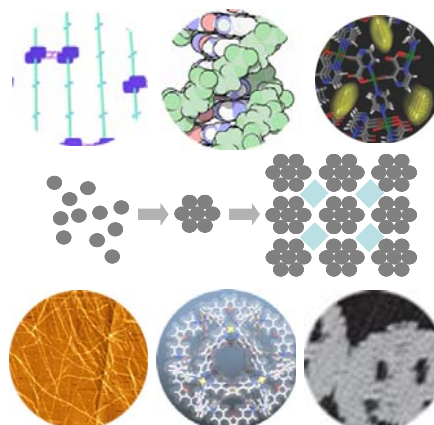


ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-4. ナノバイオテクノロジー
小項目	1-4-5. 自己組織化

概要（200字以内）

分子・原子がある一定の環境下で自律的に組織化する現象に関する研究の多くは、現在では生体分子を含む広範囲の分子サイズと広い範囲の員数をもつ組織体が研究対象となっており、低分子を用いたナノワイヤーや特異な構造をもつ金属錯体から核酸やタンパク質の自己組織化によるナノサイズのオブジェクトや2次元のパターンニングまで幅広い検討がなされている。



現状と最前線

分子・原子がある一定の環境下で自律的に組織化する現象に関する研究の多くは、要素である原子・イオン・分子の構造を改変し、それらに働く分子間力を制御することにより、分子組織体（集合体）の構築とその構造・機能の制御に関するものである。また分子組織体は熱力学的に最安定状態または速度論支配による準安定状態であるものに限られている。現在では従来の1:1の低分子錯体から大きく変貌し、生体分子を含む広範囲の分子サイズと広い範囲の員数をもつ組織体が研究対象となっている。

自己組織化によって形成されるものとして、複数の金属イオンと配位子間の協同効果を利用することで、収束型にデザインすると、ケージ構造やラセン構造などの複雑な構造体の構築が可能になっている。また発散型し、次元性を制御することで、溶液中での1次元組織体やナノサイズの空洞を持つ3次元組織体のデザインも可能である。また、有機低分子における自己組織化については、現在でも分子間力を利用した超分子構造体だけではなく、結晶・二分子膜・液晶なども依然盛んに研究が行われている。なかでも有機溶媒中で低分子が一次元集合体を形成し、ゲル状態を形成する低分子ゲル化剤が注目を集めており、ナノワイヤーや分子認識場や反応場としての利用が最近活発化している。合成高分子による自己組織化は dendrimer を用いた超分子構造体形成から発展し、ブロック共重合体の高分子マイクロ相分離構造や高分子ミセルの利用やさらには金属ナノ微粒子の配列制御など、自己組織化による巨大分子の集合体の制御と機能化も注目を集めている。

生体分子の自己組織化に関してはDNAの二次構造の堅牢さと配列特異性、つまり相補鎖であれば、配列に依存せずに二重らせん構造が形成される点から、自己組織化するビルディングブロックとしての有用性が示され、多数のナノサイズのオブジェクトや二次元パターンの構築が可能となっている。また、タンパク質に関しては、高次構造の多様性を利用して、生体における自己組織化を利用した様々なデバイスの構築が検討されている。その延長線上にウイルスなどを利用した人工系での自己集合体形成などが報告されている。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

分子レベルにおける自己組織化の独立性・並列性を利用した多元的複合体の構築とその利用

ナノからミリまでのサイズをカバーする階層構造を超えた自己組織化技術の開発

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

非平衡状態での自己組織化の制御

分子レベルでの自己組織化の完全制御

キーワード

分子間力・分子集合体・階層構造・核酸・タンパク質・金属錯体・低分子ゲル

(執筆: 佐田 和己 )